

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-283641

(43) 公開日 平成7年(1995)10月27日

| (51) Int.Cl. ⁸ | 識別記号 | 庁内整理番号 | F I | 技術表示箇所 |
|---------------------------|------|--------|-----|--------|
| H 0 1 Q 3/02 | | | | |
| G 0 1 S 3/42 | D | | | |
| G 0 5 D 3/00 | L | | | |
| H 0 1 Q 1/27 | | | | |

審査請求 未請求 請求項の数16 F D (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願平7-22183

(22) 出願日 平成7年(1995)1月17日

(31) 優先権主張番号 特願平6-19886

(32) 優先日 平6(1994)1月20日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000006655

新日本製鐵株式会社

東京都千代田区大手町2丁目6番3号

(71) 出願人 591159479

システム ユニークス株式会社

神奈川県横浜市長区鴨志田町79-2

(72) 発明者 植松 正博

東京都千代田区大手町二丁目6番3号 新

日本製鐵株式会社内

(72) 発明者 守谷 元伸

東京都千代田区大手町二丁目6番3号 新

日本製鐵株式会社内

(74) 代理人 弁理士 櫻井 俊彦

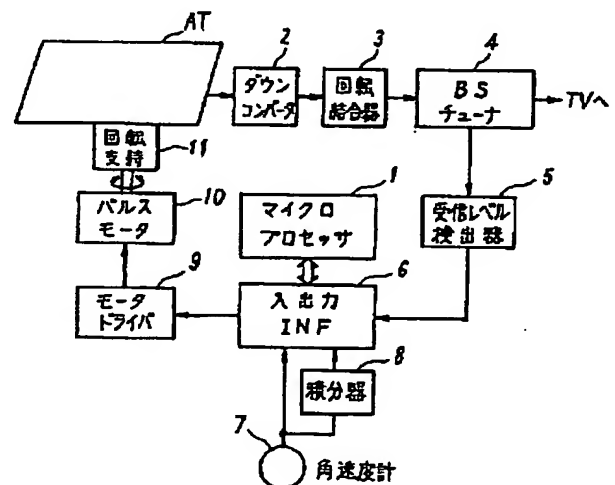
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 移動体搭載衛星アンテナの追尾制御装置

(57) 【要約】

【目的】 追従性と安定性の高い移動体搭載衛星アンテナの追尾制御装置を提供する。

【構成】 この発明の移動体搭載衛星アンテナの追尾制御装置(20)は、衛星アンテナ(AT)が受信した電波のレベルを検出し、この検出した受信レベルに基づき、所定角度にわたる衛星アンテナの回転を、直前の回転に伴う単位角度当たりの受信レベルの増分が大きいほど大きな回転速度で反復することにより、衛星アンテナの回転角の制御を実行する(100)。受信レベルが閾値よりも大きな期間内はアンテナの回転角を現状値に保持したまま受信レベルを監視し(200)、受信レベルが閾値よりも低下すると、移動体の角速度とその積分値とを検出し(7, 8)、いずれかが有為であれば移動体の旋回に伴う角度誤差の増加が発生したと見做してアンテナの回転角の制御し(100)、いずれも有為でなければ遮蔽物による瞬断と見做してそのまま受信レベルの回復を待つ(300)。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 移動体に搭載され衛星から送信される電波を受信する衛星アンテナの追尾を制御する装置であって、

前記衛星アンテナ(AT)が受信した電波のレベルを検出し、この検出した受信レベルに基づき前記衛星アンテナの回転角を制御する追尾制御手段(20)を備え、この追尾制御手段は、所定角度にわたる衛星アンテナの回転を、直前の回転に伴う単位角度当たりの受信レベルの増分が大きいほど大きな回転速度で反復する微分制御手段(100)を備えたことを特徴とする移動体搭載衛星アンテナの追尾制御装置。

【請求項 2】 請求項 1 において、前記追尾制御手段(20)は、前記衛星アンテナの回転角度を前記微分制御の実行終了時点の状態に保持し続けるホールド制御手段(200)を備え、前記受信レベルが所定の閾値 L_t を越えかつ前記回転速度が所定値よりも低下すると前記微分制御手段(100)の実行を終了させ、以後前記ホールド制御手段に制御を移行させることを特徴とする移動体搭載衛星アンテナの追尾制御装置。

【請求項 3】 移動体に搭載され衛星から送信される電波を受信する衛星アンテナの追尾を制御する装置であって、追尾精度を高めるための制御手段(100)と、受信レベルの回復を所定期間待ち合わせるウエイト制御手段(300)と、前記衛星アンテナが受信した電波のレベルと前記移動体の角速度とを検出しこれら検出した受信レベルと角速度とに基づき前記衛星アンテナの回転角を制御する追尾制御手段とを備え、この追尾制御手段は、検出した受信レベルを所定の閾値 L_t と比較しこの受信レベルが前記閾値を越えていれば前記衛星アンテナの回転角を現在の状態に保持したまま新たな受信レベルの検出と前記閾値 L_t との比較を反復し、新たに検出した受信レベルが前記閾値 L_t よりも低下した際に検出した角速度が所定の閾値を越えていれば追尾精度を高めるための制御手段(100)に制御を移行させ、前記検出した角速度が前記閾値以下であれば前記ウエイト制御手段(300)に制御を移行させるホールド制御手段(200)を備えたことを特徴とする移動体搭載衛星アンテナの追尾制御装置。

【請求項 4】 請求項 3 において、前記ホールド制御手段(200)は、前記閾値 L_t を受信レベルのピーク値に対する相対値として設定し、新たに検出した受信レベルがそのピーク値の所定倍率よりも大きな閾値を越えるたびに、この新たに検出した受信レベルによって前記受信レベルのピーク値を更新すると共にこの新たなピークによって前記閾値 L_t を更新することを特徴とする移動体搭載衛星アンテナの追尾制御装置。

【請求項 5】 請求項 3 及び 4 のそれぞれにおいて、前記追尾精度を高めるための制御手段(100)は、所定角度にわたる衛星アンテナの回転を直前の回転に伴う単位角度当たりの受信レベルの増分が大きいほど大きな回転速度で反復する微分制御を行うことを特徴とする移動体搭載衛星アンテナの追尾制御装置。

【請求項 6】 請求項 5 において、前記追尾精度を高めるための手段(100)は、前記受信レベルが所定の閾値 L_t を越えかつ前記回転速度が所定値以下になるとその実行を終了し、前記ホールド制御手段(200)に制御を移行させることを特徴とする移動体搭載衛星アンテナの追尾制御装置。

【請求項 7】 請求項 3 乃至 6 のそれぞれにおいて、前記追尾制御手段はさらに 360° にわたる回転によって衛星方向を探索するスイーピング手段(500)を備え、前記ウエイト制御手段(300)は、新たな受信レベルを検出し前記所定の閾値 L_t と比較する動作を高頻度で反復する前半部分と、新たな受信レベルを検出し前記所定の閾値 L_t と比較する動作を低頻度で反復する後半部分とから成り、前記所定の待ち合わせ期間内に受信レベルが前記閾値 L_t を越える状態に復帰すれば前記ホールド制御手段(200)に制御を移行させ、復帰しなければ前記スイーピング手段(500)に制御を移行させることを特徴とする移動体搭載衛星アンテナの追尾制御装置。

【請求項 8】 請求項 7 において、前記ウエイト制御手段(300)は、前記待ち合わせ期間内に所定頻度で検出した角速度が所定の閾値以上になるとその実行を終了し、前記追尾精度を高めるための制御手段(100)に制御を移行させることを特徴とする移動体搭載衛星アンテナの追尾制御装置。

【請求項 9】 移動体に搭載され衛星から送信される電波を受信する衛星アンテナの追尾を制御する装置であって、追尾精度を高めるための制御手段(100)と、受信レベルの回復を所定期間にわたって待ち合わせるウエイト制御手段(300)と、前記衛星アンテナが受信した電波のレベルと前記移動体の角速度とこの角速度の積分値とを検出しこれら検出した受信レベルと角速度とその積分値とに基づき前記衛星アンテナの回転角を制御する追尾制御手段を備え、

この追尾制御手段は、検出した受信レベルを所定の閾値 L_t と比較しこの受信レベルが前記閾値を越えていれば前記衛星アンテナの回転角を現在の状態に保持したまま新たな受信レベルの検出と前記閾値 L_t との比較を反復し、新たに検出した受信レベルが前記閾値 L_t よりも低下した際に検出した角速度とその積分値のいずれかがそれぞれについて定められた閾値以上であれば追尾精度を高めるための制御手段(100)に制御を移行させ、前記検出した角速度とその積算値とがいずれも前記閾値未満であれ

ば前記ウエイト制御手段(300)に制御を移行させるホールド制御手段(200)を備えた特徴とする移動体搭載衛星アンテナの追尾制御装置。

【請求項10】 請求項9において、

前記ホールド制御手段(200)は、前記閾値 L_t を受信レベルのピーク値に対する相対値として設定し、新たに検出した受信レベルがそのピーク値よりも所定倍率以上大きな閾値を越えるたびに、この新たに検出した受信レベルによって前記受信レベルのピーク値を更新すると共にこの新たなピークによって前記閾値 L_t を更新することを特徴とする移動体搭載衛星アンテナの追尾制御装置。

【請求項11】 請求項9及び10において、

前記追尾精度を高めるための制御手段(100)は、所定角度にわたる衛星アンテナの回転を直前の回転に伴う単位角度当たりの受信レベルの増分が大きいほど大きな回転速度で反復する微分制御を行うことを特徴とする移動体搭載衛星アンテナの追尾制御装置。

【請求項12】 請求項11において、

前記追尾精度を高めるための制御手段(100)は、前記受信レベルが所定の閾値 L_t を越えかつ前記回転速度が所定値以下になるとその実行を終了し、前記ホールド制御手段(200)に制御を移行させることを特徴とする移動体搭載衛星アンテナの追尾制御装置。

【請求項13】 請求項9乃至12のそれぞれにおいて、前記追尾制御手段は、さらに最大 360° にわたる回転によって衛星方向を探索するスイーピング手段(500)を備え、

前記ウエイト制御手段(330)は、新たな受信レベルを検出し前記所定の閾値 L_t と比較する動作を高頻度で反復する前半部分と、新たな受信レベルを検出し前記所定の閾値 L_t と比較する動作を低頻度で反復する後半部分とから成り、前記所定の待ち合わせ期間内に受信レベルが前記閾値 L_t を越える状態に復帰すれば前記ホールド制御手段(200)に制御を移行させ、復帰しなければ前記スイーピング手段(500)に制御を移行させることを特徴とする移動体搭載衛星アンテナの追尾制御装置。

【請求項14】 請求項13において、

前記ウエイト制御手段(300)は、前記待ち合わせ期間内に所定頻度で検出した角速度が所定の閾値以上になるとその実行を終了し、前記追尾精度を高めるための制御手段(100)に制御を移行させることを特徴とする移動体搭載衛星アンテナの追尾制御装置。

【請求項15】 請求項13及び14のそれぞれにおいて、前記ウエイト制御手段(300)は、前記待ち合わせ期間内に検出した受信レベルが前記閾値 L_t とこれよりも低い閾値 L_m との中間に連続して所定回数出現するとその実行を終了し、前記追尾精度を高めるための制御手段(100)に制御を移行させることを特徴とする移動体搭載衛星アンテナの追尾制御装置。

【請求項16】 請求項9乃至15のそれぞれにおいて、

前記衛星は静止軌道上の放送衛星であり、前記移動体は車両であることを特徴とする移動体搭載衛星アンテナの追尾制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、衛星放送受信などに利用される移動体搭載用衛星アンテナの追尾制御装置に関するものであり、特に、自動追尾方式の改良によってアンテナ装置全体の小型化と低廉化とを図った移動体搭載用アンテナの追尾制御装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年の衛星放送の普及に伴い、車両や船舶など各種の移動体に搭載するための衛星放送受信アンテナ装置が検討されている。将来は、放送衛星のような静止衛星だけでなく移動衛星からの電波を受信したり、あるいは、放送の受信だけでなく衛星との間の通信(送受信)を含むサービスも予想される。この種の移動体搭載用アンテナ装置、特に車載用衛星アンテナ装置の特徴的な点は、受信対象の衛星が移動衛星であれば勿論のこと、これが静止衛星であっても車両の向きがその走行に伴って時々刻々変化するため、アンテナ本体を常に衛星の方向に向けるための自動追尾機構が必要になるという点である。

【0003】このような自動追尾機構は、このアンテナ本体の向きの水平成分(以下「追尾方位角」と称する)を制御する方位角制御機構と、アンテナ本体の仰角を制御する仰角制御機構との組合せによって実現される。このような自動追尾機構は、コンバータやチューナなどの電気回路部分も含めた衛星放送受信システム全体の製造費用のかかりの部分と占めると共に、アンテナ装置の設置高さや設置面積を増大させるため、これをどれだけ簡略化するかが重要な技術課題の一つである。

【0004】アンテナ本体の追尾方位角については、車両の走行に伴いこれを 360° にわたって制御する必要があるため、その制御は機械的な回転機構によって実現することが現実的と考えられる。これとは対照的に、特に、放送衛星のような静止衛星を対象とする場合には、アンテナ本体の仰角の制御は、車両が走行中の地域の緯度や $\pm 5^\circ$ 程度の範囲の道路の傾斜の変化に対応できれば足りるため、その制御範囲は比較的限られている。

【0005】このため、移動体搭載用衛星アンテナ装置としては、アンテナ本体の仰角方向の指向性を予め広めに設定しておくと共に、追尾方位角のみを制御する一軸追尾方式や、仰角については離散的な粗い制御を行う方式を採用することによって、受信システム全体の小型化と経済化を図ることも試みられている。仰角方向の制御をどのようにするにしても、追尾方位角の制御機構と仰角の制御機構はほぼ独立性を保つ。以下では、比較的重要な追尾方位角の制御について説明する。

【0006】車載用衛星アンテナの追尾制御装置として

は、本出願人が先に出願した特願平 3-350103号などに開示されているように、いくつかに分割した衛星アンテナをある配列方向に沿ってずらして設置しておき、各分割部分で受信した電波の位相差から電波の到来方向と分割アンテナ部分の配列方向との誤差、すなわちアンテナ全体の追尾誤差を検出するような構成の位相差検出方式が知られている。このような追尾制御装置は、多くの利点を有する反面、コスト高になるという問題もある。

【0007】他の追尾制御装置としては、受信レベルを最大にするように衛星アンテナを回転させる方式のものがある。このような受信レベルに基づく追尾装置としては、特願平 4-176992号に開示されたオートスレッシュホールド方式によるものや、特願平 4-60479号に開示されたバイブレーション方式によるものなどが知られている。しかしながら、上記オートスレッシュホールド方式やバイブレーション方式の追尾装置では、追従性が低いため車両の右・左折時などの急旋回に即応できないなどの問題があるように思われる。

【0008】原理的には、衛星アンテナ装置を搭載する移動体の向きを方位センサを用いて検出し、この検出した移動体の向きを基準にしてアンテナ本体を衛星に向けてための追尾方位角を算定し制御する方位センサ方式も考えられる。しかしながら、この方位センサ方式では、算定すべき追尾方位角が移動体の存在する地点の経度や緯度に依存して変化するため、経度や緯度を検出するためにGPS受信装置などの位置決めシステムの併用が必要になったり、人手によって大まかな経度や緯度を設定し、変更するなどの煩雑さが伴うという問題がある。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】 車載アンテナの追尾制御を困難にする理由の一つは、上述したように、車両の右・左折時などに比較的短時間で90°にも達する大きな方位角の変化が生ずるため、このような急激な方位角の変化にも即応できるように、高い追従性が要求される点にある。

【0010】車載衛星アンテナの追尾制御を困難にする他の理由の一つは、車両の移動に伴ってアンテナが沿道の電柱、建物、陸橋などの構築物や、樹木や山岳などの自然物によって衛星から遮られることによる瞬断が頻発することにある。このような瞬断が発生すると、短時間とはいえ受信レベルが急激に低下しこれに基づく追尾が不能になる。このような受信レベルの急激な低下が真の瞬断であるならば、追尾動作の続行は無駄でありかつ受信レベルがすぐにもとの値に復帰することになる。従って、瞬断の発生時には、アンテナの向きを変えることなくそのまま受信レベルが復帰するのを待つ方が合理的である。

【0011】しかしながら、このような受信レベルの急激な低下が遮蔽物による瞬断であるのか車両の急旋回による追尾誤差の急増によるものなのかの区別がつかない

という問題がある。車両の急旋回による受信レベルの急激な低下を瞬断と誤認したとすれば、そのままの状態では受信レベルの回復を待つことになりその待ち時間だけ本来必要な追尾動作の開始が遅れることになる。逆に、瞬断による受信レベルの急激な低下を車両の急旋回によるものと誤認すれば、本来不要な追尾制御を開始してしまうだけでなく、この本来不要な追尾動作によって衛星アンテナの向きを本来あるべき方向からかえって遠ざけてしまうことになる。このような瞬断の時間が遮蔽物の大きさや車両の走行速度によって大幅にバラツクことも適切な追尾制御を困難にする一因となり、受信率の低下にもつながる。

【0012】従って、本発明の一つの目的は、方位角の急激な変化にも即応可能な追従性の高い追尾制御装置を提供することにある。本発明の他の目的は、受信レベルの急激な低下を遮蔽物による瞬断であるか移動体の急旋回によるものであるかを直ちに弁別して状況に応じた制御に移行することにより、急旋回時の追従性を向上すると共に、瞬断時の制御の安定性を向上できる追尾制御装置を提供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】 本発明に係わる移動体搭載衛星アンテナの追尾制御装置は、衛星アンテナが受信した電波のレベルと移動体の角速度とこの角速度の積分値とを検出し、これら検出した受信レベルと角速度とその積分値とに基づき衛星アンテナの回転角を制御する追尾制御手段を備えている。この追尾制御手段は、衛星アンテナの所定角度にわたる回転を直前の回転に伴う単位角度当たりの受信レベルの増分が大きいほど大きな回転速度で反復する微分制御実行手段を備えている。

【0014】上記追尾制御手段は、検出した受信レベルを所定の閾値 θ と比較しこの受信レベルが前記閾値 θ を越えていればアンテナの回転角を現状に保持したまま新たな受信レベルの検出と前記閾値 θ との比較を反復するホールド制御手段を備えている。このホールド制御手段は、新たに検出した受信レベルが閾値 θ よりも低下した際に検出した角速度又はその積分値が所定の閾値以上であれば、直ちに微分制御手段に制御を移行させるホールド制御手段を備えている。このホールド制御手段は、上記検出した角速度とその積分値とがいずれも上記閾値未満であれば、受信レベルの回復を所定期間にわたって待ち合わせるウェイト制御手段に制御を移行させる。

【0015】本発明に係わる他の移動体搭載衛星アンテナの追尾制御装置は、上述した各種の制御手段の一部によってそれぞれに固有な効果を奏することが可能なように構成されている。

【0016】本発明の一実施例の移動体搭載用衛星アンテナの追尾制御装置は、さらに、検出された角速度の水平成分を積分することにより移動体の旋回角を検出する

旋回角検出手段と、受信レベルが所定の閾値以下に低下する追尾外れが発生すると、旋回角検出手段が検出した旋回角のこの追尾外れの直前の値に対する変化量を検出し、この旋回角の変化量で現在の追尾方位角を修正し、この修正済みの値を中心に時間の経過と共に増大する振幅で前記追尾方位角を変化させて衛星の探索を行う衛星探索手段とを備えている。

【0017】

【作用】衛星アンテナの受信レベルと角度誤差との関係はガウス分布曲線で近似され、角度誤差が大きいほど、単位角度当たりの受信レベルの変化量（微分量）は大きくなる。このため、微分制御手段は、この微分量が大きいほど角度誤差が大きいものと判断し、大きな回転速度でアンテナを所定角度ずつ回転させる。この回転により角度誤差が減少するにつれて微分量と回転速度とが段階的に低下してゆくため、回転角度が目標値よりも行き過ぎるようなオーバーシュートが回避される。この結果、追従性が高まり、車両の急旋回による受信レベルの急激な低下にも即応可能となる。なお、極端に大きな角度誤差の領域ではその微分量がかえって減少する。しかしながら、このような領域では受信レベルが低すぎて微分制御そのものが実行不能になるため、そのような領域を考慮する必要がない。

【0018】さらに、上記微分制御に加えて実行されるホールド制御によれば、新たに検出された受信レベルが閾値よりも低下した際の角速度又はその積分値が所定の閾値以上であれば、この受信レベルの低下が車両の動きに伴う追尾精度の低下によって生じたものと見做なされる。この場合、受信レベル回復への待ち合わせ状態を経ることなく直ちに微分制御が開始される。これに対して、上記角速度とその積算値とがいずれも上記閾値未満であれば、上記受信レベルの低下が遮蔽物による瞬断と見做される。この場合、受信レベルの回復を所定期間にわたって待ち合わせるウェイト制御が開始される。このように、受信レベルだけでなく車両の動きを示す角速度やその積分値を併用することにより、受信レベルの低下が遮蔽物による瞬断なのか移動体の旋回による追尾誤差の増大によるものなのかを迅速に弁別して適切な制御を選択することが可能になり、追従性が大幅に向上する。

【0019】さらに、旋回角検出手段と衛星探索手段とを備える本発明の一実施例の追尾制御装置によれば、アンテナ本体部の追尾方位角も移動体の向きも共に相対的な値が用いられる。すなわち、アンテナ本体部の追尾方位角は、常に現在の値を基準値（ゼロ）とし、これから時計回りに何度、反時計回りに何度というように表現される。また、移動体の向きについても、検出された角速度の積分値という相対的な値が用いられる。追尾外れが発生すると、旋回角検出手段が検出した旋回角のこの追尾外れの直前における変化量が検出される。

【0020】すなわち、移動体が時計回りに角 θ^0 だけ

旋回したため追尾外れが発生すると、この追尾外れの直前に生じた角速度の積分値の変化量すなわち θ^0 が検出される。この検出された積分値の変化量によってアンテナ本体部の現時点の追尾方位角を反時計方向に修正することによって追尾方位角の中心値が推定される。そして、この中心値の廻りに時間と共に振幅を増加させながら探索が行われる。振幅の小さな初期に探索に成功すれば、電力消費量も節減される。

【0021】

【実施例】図1は、本発明の一実施例に関わる移動体搭載衛星アンテナの追尾制御装置の構成を制御対象の衛星放送受信用アンテナATと共に示すブロック図であり、1はマイクロプロセッサ、2はダウンコンバータ、3は回転結合器、4はBSチューナ、5は受信レベル検出器、6はA/D変換器やD/A変換器を内蔵する入出力インタフェース回路、7は角速度計、8は角速度計7で検出された角速度を積分するための積分器、9はモータドライバ、10はパルスモータ、11は回転支持機構である。

【0022】衛星放送受信用アンテナATが衛星から受信した12GHz帯のテレビジョン信号は、ダウンコンバータ2によって1GHz帯の中間周波数のテレビジョン信号に変換され、回転結合器3を経てBSチューナ4に供給され、ビデオ信号と音声信号として復調され、テレビジョン受像機に供給される。受信レベル検出器5は、BSチューナ4内の自動利得制御増幅器から出力される雑音レベルに基づきアンテナ1が受信した信号のレベル（受信レベル）を検出する。すなわち、受信レベルが低下すると自動利得制御増幅器の利得が上昇し、これに伴い雑音レベルが増加する。この雑音レベルの増減に基づき受信レベルが検出され、入出力インタフェース回路6でデジタル信号に変換されたのち、マイクロプロセッサ1に供給される。

【0023】衛星放送受信用アンテナATと本実施例の追尾制御装置を搭載する車両の適宜な箇所に角速度計7が取り付けられており、これによって車両の進路変更（旋回）時に発生する角速度が検出される。角速度計7としては、株式会社村田製作所から商品名「ジャイロスター」として市販されている角速度計などの適宜な形式のものを使用できる。検出される角速度は、車両の旋回方向を示す極性を含んでおり、入出力インタフェース回路6に供給され、保持される。検出された角速度は、積分器8にも供給され角速度の積分値として入出力インタフェース回路6に供給されて保持される。これら保持値は、角速度計7の出力が所定のサンプリング周期で変化するたびに更新されてゆくと共に、マイクロプロセッサ1の要求に応じて入出力インタフェース回路6からマイクロプロセッサ1に転送される。受信レベル検出器5で検出される受信レベルについても同様である。なお、積分器8の代わりにマイクロプロセッサ1で角速度を積算

することも可能であることは言うまでもない。

【0024】以下では、マイクロプロセッサ1が入出力インタフェース回路6から角速度や受信レベルを受取ることを、マイクロプロセッサ1が角速度や受信レベルを検出すると表現する。マイクロプロセッサ1は、検出した受信レベルと角速度とその積分値とに基づき、追尾制御のための回転方向と回転角度とを決定し、入出力インタフェース回路6、モータドライバ8を介してパルスモータ9に回転角度に応じた個数のパルスを出力する。なお、回転方向や回転速度に関しては後に詳述する。パルスモータ9の回転軸は、アンテナATを回転自在に支持する支持機構10を介して衛星放送受信用アンテナATに結合されており、アンテナATの方位角が制御される。

【0025】時々刻々変化する受信レベルに応じて各種の制御を実行するために、受信レベルに関していくつかの閾値が定義されている。これらの閾値は、図2に示すように、ピーク値 L_p に対する比率（相対値）として定義されている。ピーク値 L_p は、マイクロプロセッサが検出した最新のいくつかの受信レベルのうちの最大値である。このピーク値は、これよりも所定倍率だけ大きな閾値 L_o （例えばピーク値の110%値）を越える新たな受信レベルが検出されるたびに、そのような一層大きな受信レベルによって更新される。このように、ピーク値の更新に10%のヒステリシスを設定したのは、受信レベルの短時間の変動に伴いピーク値を頻繁に変更するという無駄な処理を除去するためである。

【0026】閾値 L_t は、ピーク値 L_p よりも多少低い値（例えば93%値）であり、受信レベルがこの閾値 L_t を越えている限り、アンテナの回転による追尾精度の更改は行われない。閾値 L_b は、ピーク値に比べて相当小さな値（例えば20%値）であり、受信レベルがこの閾値 L_b よりも低下すると、大きな角度誤差が発生したものと見做される。この場合、マイクロプロセッサ1は、アンテナの方位角を最大360°にわたって変化させながら衛星の方向を探索するスーピング制御の実行を開始する。閾値 L_m は、ピーク値 L_p と閾値 L_b の中間程度の値（例えば50%値）である。この閾値 L_m の意義については後述する。

【0027】まず、マイクロプロセッサが実行する微分制御について、図3のフローチャートを参照しながら説明する。この微分制御は、主として次のような場合に開始される。

(1) スーピング制御の実行の結果、閾値 L_b よりも大きな受信レベルが検出された 場合。

(2) 受信レベルがピーク値の93%程度の閾値 L_t よりも低下すると共に、閾値よりも大きな有為な角速度やその積分値が検出されることにより、車両の旋回に伴うかなりの角度誤差が生じたと判断された場合。

【0028】マイクロプロセッサ1は、微分制御の実行

を開始すると、まず、回転すべき方向が確定しているか否かを判断する（ステップ11）。この微分制御の直前に実行されていた追尾制御がスーピング制御であれば、このスーピング制御において受信レベルを L_b 以上まで増加させた回転方向が既に確定している。また、この微分制御の開始の契機が角速度値やその積分値が有為な値を越えたことにあれば、それらの極性によって示される車両の旋回方向と逆の方向にアンテナを回転させればよく、回転すべき方向が確定している。しかしながら、角速度の積分値についてはその極性が角速度の場合に比べて不確かなことも予想されるため、この場合だけ回転すべき方向の確定が行われる（ステップ12）。すなわち、マイクロプロセッサは、まず、角速度の積分値の極性から予想される方向に所定角度だけ回転させ、この回転に伴い受信レベルが増加すればこの方向を回転すべき正しい方向として確定し、受信レベルが減少すれば逆の方向を回転すべき正しい方向として確定する。

【0029】マイクロプロセッサ1は、回転すべき方向の確定が終了すると、アンテナの回転速度 V として初期値 V_o を設定し（ステップ13）、アンテナをこの回転速度 V_o で確定済みの方向に所定角度 $\Delta\theta$ だけ回転させる（ステップ14）。この後、マイクロプロセッサは、新たな受信レベル L と、この受信レベル L の回転前の受信レベルからの増分 ΔL を検出する（ステップ15）。次に、マイクロプロセッサは、新たに検出した受信レベルが閾値 L_b を越えているか否かを判定し、越えていれば、次のステップ17に移行し、越えていなければスーピング制御に移行する（ステップ16）。マイクロプロセッサは、ステップ17に移行すると、アンテナの回転速度 V を ΔL に比例する量に変更する。

【0030】マイクロプロセッサ1は、新たに受信レベル L を検出しこの検出した受信レベルが閾値 L_t を越えたか否かを判定し（ステップ18）、越えていなければ衛星を補足していないと見做してステップ14に戻り、アンテナを更新済みの回転速度 V で所定角度 $\Delta\theta$ だけ回転させる。なお、この実施例では、所定角度 $\Delta\theta$ はパルスモータに供給するパルス個数により設定され、回転速度はパルスモータに供給するパルスの時間間隔を変更することによって変更される。このように、マイクロプロセッサは、新たに検出した受信レベルが閾値 L_t を越えるまで、次の回転速度を直前の回転によって検出された受信レベルの増分に比例する値に更新しながら、所定角度 $\Delta\theta$ ずつの回転を反復する（ステップ14乃至ステップ18）。

【0031】マイクロプロセッサ1は、新たに検出した受信レベルが閾値 L_t を越えたことをステップ18で検出すると、次のステップ19に移行し、設定中の回転速度 V が所定の閾値 V_{th} よりも小さいか否かを判定する。この判定結果が否定的であれば、マイクロプロセッサは、ステップ14に戻り、受信レベル L が閾値 L_t を

越えかつ回転速度 V が閾値 V_{th} 以下になるまで、ステップ14からステップ19までの制御を反復する。新たに検出した受信レベルがそのピーク値 L_p に十分接近すると、ステップ19の判定結果は肯定的となる。この場合、マイクロプロセッサは、微分制御の実行を終了し、ホールド制御の実行を開始する。

【0032】次に、マイクロプロセッサ1が実行するホールド制御について、図4のフローチャートを参照しながら説明する。マイクロプロセッサは、まず、このホールド制御の開始の直前に検出した受信レベルを新たなピーク値 L_p として設定し、このピーク値に対する相対値である閾値 L_t 、 L_b 、 L_m 、 L_o を算定して設定し直す(ステップ21)。次に、マイクロプロセッサは、新たな受信レベル L を検出し(ステップ22)、これを閾値 L_t と比較する。マイクロプロセッサは、受信レベル L が閾値 L_t よりも大きければ、ステップ24に移行し、この受信レベル L と閾値 L_o とを比較する。マイクロプロセッサは、新たに検出した受信レベル L が閾値 L_o よりも小さければ、ステップ22に戻り、ステップ24までの処理を反復する。

【0033】すなわち、新たに検出した受信レベル L が閾値 L_t よりも大きな値に保たれる安定な受信状態が続いている限り、ステップ22からステップ24までの処理が反復される。この反復処理は、直前の処理を終了すると直ちに次の処理を開始するような非同期状態で実行してもよいが、適宜な箇所に所定時間の待ち状態を設けて一定周期で処理を反復する同期状態で実行することもできる。このホールド制御の実行中は、アンテナの回転角度はその実行直前の値に保持される。

【0034】マイクロプロセッサ1は、新たに検出した受信レベル L が閾値 L_o を越えたことをステップ24で検出するとステップ21に戻り、この新たな受信レベルを新たなピーク値 L_p として設定し直すと共に、この新たなピークに対する相対値である閾値 L_t 、 L_b 、 L_m 、 L_o についても算定し直す。マイクロプロセッサ1は、新たに検出した受信レベル L が閾値 L_t よりも小さくなったことをステップ23で判定すると、角速度を検出しこれが閾値を越えているか否かを判定する(ステップ25)。マイクロプロセッサは、検出した角速度が閾値を越えていなければ、その積分値を検出しこれが閾値を越えているか否かを検出する(ステップ26)。この角速度の積分値は、車両が緩やかに大きなカーブを描く高速道路上などを走行中のため、追尾誤差のずれ速度は小さいがその長時間にわたる積算値が相当大きくなる場合に対処するために導入された量である。そのような場合、角速度自体は閾値を越えるほどではないがその積分値が有為な値を越えることになる。

【0035】マイクロプロセッサ1は、受信レベル L が閾値 L_t よりも低下した場合において角速度又はその積分値のいずれかがそれぞれの閾値を越えていることをス

テップ25や26で判定すると、車両の旋回に伴って追尾誤差が増大したものと見做し、図3を参照しながら既に説明した微分制御の実行を開始する。マイクロプロセッサ1は、受信レベル L が閾値 L_t よりも低下した場合において角速度又はその積分値がいずれもそれぞれの閾値を越えていないことをステップ25と26で判定すると、受信レベルの低下を遮蔽物による瞬断と見做しウエイト制御の実行を開始する。

【0036】次に、マイクロプロセッサ1が実行するウエイト制御について、図5のフローチャートを参照しながら説明する。このウエイト制御は、基本的には、受信レベルが閾値 L_t よりも大きな値に復帰するか、角速度が閾値よりも大きな値になるのを監視し、それぞれの状態変化に即した制御状態に移行するためのものである。すなわち、受信レベルが閾値 L_t よりも大きな値に復帰すれば、受信レベルの低下を遮蔽物による一時的なもの(瞬断)と見做して直ちにホールド制御に復帰する。また、この待ち合せ期間内に閾値よりも大きな角速度が検出されると、受信レベルの低下に遮蔽物による瞬断だけでなく車両の旋回に伴う角度誤差も関係していると思われ、微分制御に移行する。このような場合としては、例えば、遮蔽物による瞬断の発生直後に車両の旋回に伴う角度誤差が発生するなどの複合的な状況の変化が生じた場合などが考えられる。

【0037】このウエイト制御は、基本的には、上記状態の変化の監視を短周期で反復する前半部分(前期ウエイト制御)と、このような状態変化の監視を長周期で反復する後半部分(後期ウエイト制御)とに2分されている。一例として、ウエイト制御実行のための全期間が2秒程度に設定され、その前半部分が0.3秒程度、後半部分が1.7秒程度に設定される。また、状態変化の有無に対する監視の反復周期が前半部分については10ミリ秒程度の値に、後半部分については100ミリ秒程度の値に設定される。

【0038】マイクロプロセッサ1は、ウエイト制御の実行を開始すると、まず、経過時間を管理するためにカウンタによって一定速度で歩進される時刻 T と、状態フラグ F とをゼロに初期設定する(ステップ31)。次に、マイクロプロセッサは、所定の閾値を越えるような大きさの有為な加速度が検出されているか否かを判定し(ステップ32)、そのような有為な加速度が検出されていなければ、新たな受信レベル L を検出し(ステップ33)、これが閾値 L_t を越えているか否かを判定する(ステップ34)。

【0039】マイクロプロセッサ1は、受信レベルが閾値 L_t を越えていなければ、このウエイト制御の実行の開始からの経過時間 T が、このウエイト制御の前半部分(前期ウエイト制御)を定める所定の時間 T_m を越えているか否かを判定し(ステップ35)、越えていなければステップ32に戻り、ステップ35までの処理を反復

する。この反復処理は、図5に示したように、直前の処理を終了すると直ちに次の処理を開始するような非同期状態で実行してもよいが、適宜な箇所に所定時間の待ち状態を設定することにより、一定周期（例えば 10 ミリ秒）で処理を反復する同期状態で実行してもよい。

【0040】マイクロプロセッサ1は、上記反復処理中に有為な加速度を検出すると（ステップ32）、遮蔽物だけではなく車両の旋回も受信レベルの低下に関連しているものと見做し、直ちに微分制御の実行を開始する。これに対して、マイクロプロセッサは、上記反復処理中に閾値 L_t を越える大きさの受信レベルを検出すると（ステップ34）、受信レベルの低下が遮蔽物による瞬断であったと見做し、直ちにホールド制御に復帰する。

【0041】マイクロプロセッサ1は、上記反復処理中に経過時間 T が所定の時間 T_m を越えたことを検出すると（ステップ35）、ステップ36から開始される後期ウエイト制御に移行する。マイクロプロセッサは、後期ウエイト制御の実行を開始すると、まず、閾値を越える大きさの角速度が検出されているか否かを判定し（ステップ36）、そのような有為な角速度が検出されていないければ、新たな受信レベル L を検出し（ステップ37）、これが閾値 L_t を越えているか否かを判定する（ステップ38）。マイクロプロセッサは、受信レベル L が閾値 L_t を越えていなければ、この受信レベル L が閾値 L_m を越えているか否かを検出する（ステップ39）。この受信レベル L が閾値 L_m を越えていなければ、マイクロプロセッサは状態フラグ F を“0”に設定し（ステップ40）、このウエイト制御の実行の開始からの経過時間 T が、このウエイト制御の実行期間を定義する所定値 T_w を越えているか否かを判定する（ステップ41）。

【0042】マイクロプロセッサ1は、ウエイト制御の実行を開始してから経過した時間 T が所定値 T_w を越えていなければ、ステップ44に移行し、所定の反復周期 T_o を定めるために設定されている待ち状態（ステップ44）を経てステップ36に復帰し、このステップからステップ44までの処理を反復する。マイクロプロセッサは、前期ウエイト制御の場合と同様に、上記反復処理中に有為な角速度を検出すると（ステップ36）、遮蔽物だけではなく車両の旋回も受信レベルの低下に関連しているものと見做し、直ちに微分制御の実行を開始する。これに対して、マイクロプロセッサは、上記反復処理中に閾値 L_t を越える大きさの受信レベルを検出すると（ステップ38）、受信レベルの低下が遮蔽物による瞬断であったと見做し、直ちにホールド制御に復帰する。

【0043】マイクロプロセッサ1は、ウエイト制御の実行を開始してから経過した時間 T が所定値 T_w を越えることをステップ41で検出すると、受信レベルの低下が遮蔽物による瞬断でなかったものと見做し、このウ

エイト制御の実行を終了し、最大限 360° にわたって衛星方向の探索を行うためのスリーピング制御の実行を開始する。

【0044】マイクロプロセッサ1は、新たに検出した受信レベル L が閾値 L_t よりは小さいものの閾値 L_m よりも大きくなったことを検出すると（ステップ39）、状態フラグ F が1であるか否かを検査する（ステップ42）。マイクロプロセッサは、状態フラグ F がゼロであればこれを1に変更し（ステップ43）、ステップ44の待ち合わせ状態を経てステップ36に戻る。この後、マイクロプロセッサはステップ42で状態フラグ F が1であることを検出すると、このウエイト制御を終了し、微分制御の実行を開始する。このように、状態フラグ F を採用したのは、受信レベル L が閾値 L_t を越えるほどではないにしても連続して2回も閾値 L_m を越えたということは、追尾誤差がそれほど大きな値ではないことを意味しており、この場合、スリーピング制御を省略して直ちに微分制御を実行することにより追随性を高めるためである。

【0045】次に、マイクロプロセッサ1が実行するスリーピング制御について、図6のフローチャートを参照しながら説明する。このスリーピング制御は、受信レベル L がピーク値に比べて相当程度低い値（例えば50%値）に設定されている閾値 L_m さえも越えないという大きな追尾誤差の状態が所定期間にわたって継続した場合、極端に言えば追尾中に衛星方向を見失ってしまったと判定された場合や、電源投入直後の追尾動作の開始時点において実行される衛星方向の探索制御である。

【0046】マイクロプロセッサ1は、スリーピング制御の実行を開始すると、まず、現在の回転角を中心にして最大限 $\pm 5^\circ$ の範囲にわたってアンテナを回転させながら受信レベルを検出し、これが閾値 L_b を越えたか否かを判定する（ステップ51）。マイクロプロセッサは、受信レベルが閾値 L_b を越えない場合には、次のステップ52に移行し、現在の回転角を中心にして最大限 $\pm 20^\circ$ の範囲にわたってアンテナを往復回転させながら受信レベルを検出し、これが閾値 L_b を越えたか否かを判定する。以下、同様にして、マイクロプロセッサは、受信レベル L が閾値 L_b を越えるまで、アンテナの回転範囲を $\pm 90^\circ$ 、 360° という具合に段階的に増加させながらスリーピング制御を実行する。マイクロプロセッサは、ステップ51～54のいずれかにおいて、受信レベル L が閾値 L_b を越えたことを検出すると、この結果を生じさせたアンテナの回転方向を保存し（ステップ55）、微分制御の実行に移行する。

【0047】なお、ステップ51～54のそれぞれは、便宜上、単一のステップで表現されている。しかしながら、各ステップは、詳細には、アンテナを単位角度だけ回転させるステップ、新たな受信レベル L を検出するステップ、この受信レベル L と閾値 L_b とを比較するステ

ップから成る 3 種類のステップが、回転方向のそれぞれについて、(最大回転角度/単位回転角度)に等しい数だけ配列された構成となっている。

【0048】上記実施例によれば、検出された受信レベル L が所定の閾値 L_b を越えている場合には、この受信レベル L を増加させるように追尾方位角が変更される。また、検出された受信レベルが上記閾値 L_b よりも大きな別の閾値 L_t を越えておりかつ直前の追尾方位角の変化速度が所定の閾値よりも小さい場合には、アンテナ本体部がほぼ正確に衛星を向いている良好追尾状態にあると判定して追尾方位角を一定値に保つホールド制御が実行される。このホールド制御の追加によって、無用な追尾動作が省略される。

【0049】しかしながら、この電波追尾方式によれば、移動体の急旋回に伴う追尾誤差の急増によって受信レベルが急減して雑音レベル程度に接近すると電波追尾が継続不能となる場合がある。以下では、このような状態を追尾外れの状態と称する。上記実施例では、上記追尾外れの状態を受信レベル L が所定の閾値 L_b 以下になったことで判定している。上記実施例では、追尾外れの発生時にはその時点の追尾方位角を中心として振幅を漸増させながらアンテナ本体部を振動的に旋回させて衛星の再捕捉を行うというスイーピング制御(スイーピングモード)が追加されている。

【0050】また、追尾外れが移動体の急旋回に起因しただけではなく、直進中での移動体が山や樹木やビルなどの遮蔽物の陰に入ることによっても生じる。この追尾外れが遮蔽物に起因するものであれば、上記スイーピング制御の開始によってアンテナの追尾方位角が本来あるべき値からかえって遠ざかってしまうと問題もある。そこで、上記実施例では、角速度センサを設置し、その検出値やこれを積分した値の大きさに基づき追尾外れの発生が移動体の急旋回によるものなのか、あるいは遮蔽物の出現によるものなのかを弁別する構成を採用している。

【0051】上記実施例の電波追尾方式では、車両の急旋回による追尾外れが生じると直ちに上述したようなスイーピング制御が開始される。しかしながら、このようなスイーピング制御では、振動的な変化の中心となる追尾方位角は移動体の急旋回に伴って本来あるべき値から大幅にずれてしまっている場合もある。このため、このようなずれ量をもとで再捕捉までの時間を短縮しようとすれば、それだけ大振幅で高速の旋回が必要となる。この結果、大きな負担に耐え得る頑丈な構造の旋回機構が必要になり、大型で重くかつ高価になる。

【0052】上記微分制御によれば、所定角度にわたるアンテナの回転が反復される。そして、この所定角度にわたるアンテナの回転は直前の回転に伴う単位角度当たりの受信レベルの増分が大きいほど大きな速度で行われる。また、上記実施例に開示したように、受信レベルが

閾値 L_b よりも大きな値を有する閾値 L_t よりも高くてもかつ直前に行われたアンテナの回転の速度 V が所定の閾値 V_{th} よりも小さければ、アンテナがほぼ正確に衛星の方向を向いている追尾良好状態にあると見做され、追尾方位角を固定状態に保つホールド制御が実行される。このホールド制御においては、閾値 L_t は、検出された一層大きな受信レベルによって更新される最大受信レベルに対する比率として定義されている。

【0053】本発明の第 2 の実施例は、上記実施例中のスイーピング制御を、衛星方向の推定を取込んだ探索モードによって置換した構成となっている。この第 2 の実施例では、マイクロプロセッサ 1 は、上記電波追尾制御と並行して時分割的に、車両旋回角検出ルーチンと電波追尾ルーチンとを実行する。マイクロプロセッサ 1 は、上記車両旋回角検出ルーチンにおいて、入出力インタフェース回路 6 のバッファメモリから角速度のサンプリング値を順次読取って積算してゆくことにより、角速度の積分値、すなわち車両の旋回角を演算し内蔵のメモリに書込む。この車両旋回角検出ルーチンでは、これと並行して実行される電波追尾ルーチンにおいてホールド制御が実行中であれば、検出された車両の旋回角がゼロにリセットされる。

【0054】図 7 は、移動体の旋回角とアンテナ本体の追尾方位角との関係を示している。車両が θ 旋回すると、アンテナ本体の追尾方位角のずれも θ となる。図 8 は、車両の旋回に伴って発生し角速度計 7 で検出された角速度 (A) と、その積分値 (旋回角) (B) と、追尾外れを契機として開始される探索ルーチンによって設定されるアンテナ本体部 AT の追尾方位角 θ の中心値 (C) と、これを中心とする追尾方位角の掃引角度振幅 (D) と掃引速度 (E) の時間変化の様子を例示している。車両の旋回が開始されるまでは良好追尾状態にあるものとすれば、マイクロプロセッサ 1 はホールド制御の実行状態にある。このホールド制御状態のもとでは、角速度計 7 によって検出された角速度の積分値が所定周期でゼロにリセットされることにより、角速度計 7 の誤差などに起因する累積誤差の発生が防止される。

【0055】車両の旋回の開始に伴い、一点鎖線で示す時点で良好追尾状態から逸脱すると、ホールド制御に代わって微分制御による電波追尾が開始される。この電波追尾の開始後は、角速度の積分値 (旋回角) のゼロへのリセットが停止され、増加し始める。車両の旋回が急激なため電波追尾によっては追従し切れなくなり、受信レベル L が所定の閾値 L_b 以下に低下する追尾外れが生ずると、電波追尾ルーチンに代わって探索ルーチンの実行が開始される。この追尾外れが図 8 中に点線で示す時点で発生したものとすると、探索ルーチンの開始時点では、検出済みの旋回角は θ_0 である。

【0056】探索ルーチンが開始されると、まず、現時点の追尾方位角 (0°) から検出済みの旋回角 θ_0 が減

算され、この減算値 ($-\theta_0$) が追尾方位角の掃引の中心値に設定される。これと前後して段階的に増加する掃引角度振幅 $\Delta\theta_i$ と、掃引速度 V_i と、掃引時間 T_i とが設定される。上記設定された中心値のまわりに設定された振幅と掃引速度で設定された時間ずつ追尾方位角を変化させながら、受信レベル L が閾値 L_b を越えたか否かの判定が反復される。この掃引中も、探索ルーチンの開始後に生じた角速度の積分値に基づき、追尾方位角の中心値の更新が反復される。受信レベル L が閾値 L_b を越えたことが検出されると、この探索ルーチンに代わって電波追尾ルーチンが再開される。この探索ルーチンの開始から所定の時間 T_{max} が経過しても受信レベル L が閾値 L_b を越えなければ、アンテナ本体部 8 を 360° にわたって回転させる最終段階の探索が開始される。

【0057】図 9 は、マイクロプロセッサ 1 が実行する上記探索ルーチンの一例を示すフローチャートである。マイクロプロセッサ 1 は、探索ルーチンの実行を開始するとまず、内蔵のタイマをリセットし (ステップ 61) し、同期外れ発生時点の追尾方位角から検出済みの移動体の旋回角 θ_0 を減算し、この減算値 $-\theta_0$ を掃引の中心値として設定する (ステップ 62)。次に、マイクロプロセッサ 1 は、探索の開始時点からの経過時間 T が最終段階の探索を開始すべき時間 T_{max} に達しているか否かを判定し (ステップ 63)、達していなければ探索開始時点からの経過時間 T と共に段階的に増大する掃引角度振幅 $\Delta\theta_i$ と掃引速度 V_i と掃引時間 T_i とを設定する (ステップ 64)。

【0058】次に、マイクロプロセッサ 1 は、 $-\theta_0 \pm \Delta\theta_i$ の角度範囲を速度 V_i で掃引しながら、受信レベル L が閾値 L_b を越えたか否かを判定する (ステップ 65、66)。マイクロプロセッサ 1 は、受信レベル L が閾値 L_b を越えなかった場合は、設定中の掃引の中心値 $-\theta_0$ からその設定後に生じた移動体の旋回角の変化分を減算し、これを新たな中心値として設定する (ステップ 67)。マイクロプロセッサ 1 は、掃引時間が設定した時間 T_i を越えたか否かを判定し (ステップ 68)、越えていなければステップ 65 に戻ってステップ 68 までの処理を反復する。マイクロプロセッサ 1 は、掃引時間が設定した時間 T_i を越えた場合には、ステップ 63 を経てステップ 64 に進み、掃引角度振幅 θ_i と、掃引速度 V_i と、掃引時間 T_i を 1 段階増加させたのち、ステップ 65 からステップ 68 までを反復する。

【0059】マイクロプロセッサ 1 は、受信レベル L が閾値 L_b を越えたことをステップ 66 で検出すると、現在の追尾方位角を保存し (ステップ 70)、微分制御による電波追尾状態に移行する。マイクロプロセッサ 1 は、探索制御の開始時点からの経過時間 T が所定の時間 T_{max} を越えたことをステップ 63 で検出すると、受信レベル L が閾値 L_b を越えるまで、 360° にわたって追尾方位角を変化させる (ステップ 69)。マイクロプロセ

ッサ 1 は、受信レベル L が閾値 L_b を越えたことを検出すると、この越えた時点の追尾方位角を保存し (ステップ 70)、微分制御による電波追尾状態に復帰する。なお、上記ステップ 69 の実行は、この衛星アンテナ装置の電源投入時にも直ちに開始される。

【0060】以上、本発明を二つの実施例によって説明した。しかしながら、本発明は、上記各実施例を種々変形することによっても実施することができる。以下に、それらの変形例の典型的なものを列挙する。

【0061】上述した微分制御において、回転速度を所定角度にわたる直前の回転に伴う受信レベルの増分に比例させる構成を例示した。しかしながら、この回転速度を上記増分の 2 乗に比例させたり、あるいはこの増分に対する他の適宜な関数関係を設定できる。また、この所定角度当たりの受信レベルの増分を、この所定角度とは異なる適宜な単位角度、例えば、 1° 当たりや 10° 当たりの受信レベルの増分に置き換えてもよい。

【0062】移動体の種類や角速度センサの検出精度などに応じて、角速度とその積分値も検出する構成の代りに、角速度のみを検出しその積分値の検出を省略する構成。

【0063】電波追尾手段による追尾状態が良好追尾状態から逸脱したと判定した場合のみ保存中の角速度の積分を所定時間だけ逡巡して開始することにより、追尾外れの直前に生じた移動体の旋回角を検出する構成。

【0064】良好追尾状態を受信レベルの大きさのみから判定する構成。

【0065】角速度が所定の閾値を越えた時点からその積分を開始することにより追尾外れ発生前後の移動体の旋回角を検出する構成。

【0066】受信状態とは無関係に角速度の積分を定期的に行うことで最新の何個かの値を保存しておき、追尾外れが発生すると、その直前に保存した積分値の変化量を検出することにより追尾外れを発生させた移動体の旋回角を検出する構成。

【0067】衛星の探索の開始後は、積分の所要時間を削減するために、追尾方位角の中心値の修正を省略する構成。

【0068】掃引振幅角度や、掃引速度などを段階的に増加させる代わりに、滑らかに増加させる構成。

【0069】パルスモータを使用する代わりに、直流モータをエンコーダと組合せて使用する構成。

【0070】必要な場合、方位角方向への追尾のみを行う一軸追尾方式に代えて、仰角方向の追尾も並行して行う構成。

【0071】衛星放送受信用アンテナに代えて、通信衛星など他の適宜な静止衛星あるいは移動衛星からの電波を受信し、あるいは送信するためのアンテナに本発明の追尾装置を適用する構成。

【0072】車載用衛星アンテナの追尾制御に代えて、

船舶や列車など他の適宜な移動体に搭載された衛星アンテナの追尾制御に本発明の追尾制御装置を適用する構成。

【0073】

【発明の効果】以上、詳細に説明したように、本発明の追尾制御装置は、衛星アンテナを直前の回転に伴う単位角度当たりの受信レベルの増分が大きいほど大きな回転速度で所定角度ずつ回転させる微分制御実行手段を備えているので、高い追従性を実現できるという効果が奏される。

【0074】また、本発明の追尾制御装置は、受信レベルの低下時に発生した角速度やその積分値を検出し、この受信レベルの低下が遮蔽物による瞬断であるか車両の急旋回によるものなのかに応じて直ちに適切な制御を開始する構成であるから、一層高い追従性を実現できるという効果が奏される。

【0075】本発明の一実施例の追尾制御装置は、追尾外れの発生時には、現在の追尾方位角を追尾外れの原因となった移動体の旋回角で修正し、この修正値を中心に時間の経過と共に増大する振幅で前記追尾方位角を掃引して衛星の探索を行う構成であるから、そのような旋回角による修正を行わない従来の方法に比べて掃引の中心値が衛星の方向を向く可能性が大きい。このため、従来に比べて低速で簡易な旋回機構のもとで再捕捉までの所要時間を短縮できるという効果が奏される。

【0076】また、上記実施例によれば、掃引振幅、好適には掃引速度も漸増させる構成であるから、再捕捉までの所要時間の短縮に伴って、消費電力も節減される。

【0077】さらに、追尾外れが移動体が直進中の遮蔽物の出現のみによる瞬断に起因するものであれば、移動体の旋回角はほぼゼロであるため現在の追尾方位角を中心に探索が開始され、遮蔽物の影響が無くなると同時に再捕捉が行われる可能性が高まる。

【0078】また、遮蔽物の出現と移動体の旋回が同時

に発生したことによって追尾外れが生じた場合にも、原因の切りわけを行うことなく適切に対応できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例の追尾制御装置の構成を制御対象の衛星アンテナと共に示すブロック図である。

【図2】アンテナの角度誤差と受信レベル及び受信レベルの微分値との関係、並びに受信レベルと各種の閾値との関係を説明するための概念図である。

【図3】上記実施例の追尾制御装置が実行する微分制御の一例を説明するためのフローチャートである。

【図4】上記実施例の追尾制御装置が実行するホールド制御の一例を説明するためのフローチャートである。

【図5】上記実施例の追尾制御装置が実行するウエイト制御の一例を説明するためのフローチャートである。

【図6】上記実施例の追尾制御装置が実行するスリーピング制御の一例を説明するためのフローチャートである。

【図7】移動体の旋回角とアンテナの追尾方位角との関係を説明する概念図である。

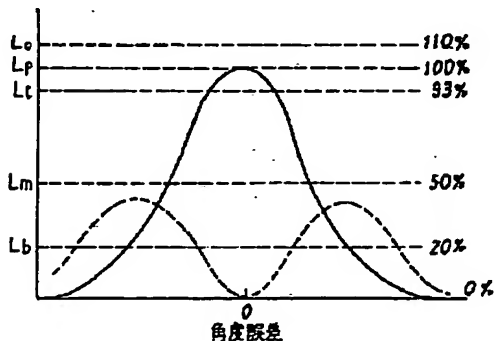
【図8】移動体の旋回に伴って発生する角速度、角速度の積分値、追尾方位角の中心値、掃引角度振幅等の時間変化の様子の一例を示す波形図である。

【図9】本発明の他の実施例の移動体搭載用衛星アンテナ装置が実行する探索制御の内容を説明するためのフローチャートである。

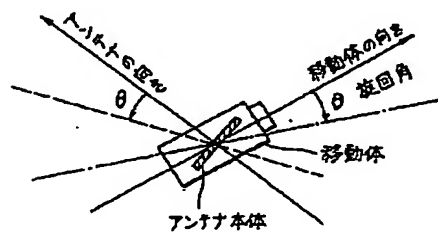
【符号の説明】

- | | |
|-----|-----------------|
| A T | 制御対象の衛星アンテナ |
| 1 | マイクロプロセッサ |
| 5 | 受信レベル検出器 |
| 7 | 角速度計 |
| 8 | 加速度の積分値を出力する積分器 |
| 10 | パルスモータ |
| 11 | 回転支持機構 |

【図2】



【図7】

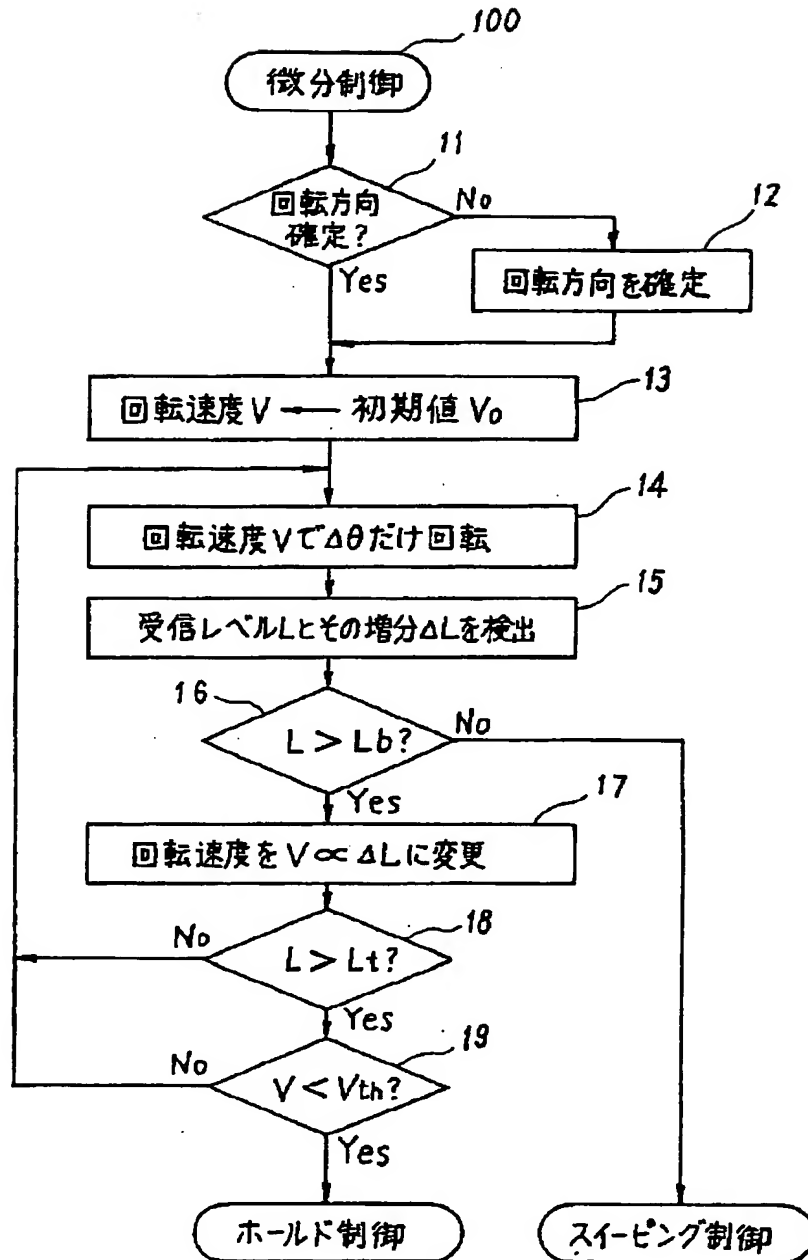


The diagram shows a control system for a television. At the top left is a parallelogram labeled 'AT' (Antenna Tuner). Below it is a box labeled '回転支持' (Rotation Support) with '11' next to it. To the right of 'AT' is a box labeled '2' (ダウンコンバータ - Down Converter), followed by a box labeled '3' (回転結合器 - Rotating Coupler), and then a box labeled '4' (BSチューナ - BS Tuner). An arrow points from box 4 to the right, labeled 'TVへ' (To TV). Below '回転支持' is a box labeled 'パルスモータ' (Pulse Motor) with '10' next to it. Below that is a box labeled 'モータドライバ' (Motor Driver) with '9' next to it. In the center is a box labeled 'マイクロプロセッサ' (Microprocessor) with '1' next to it. Below it is a box labeled '入出力INF' (Input/Output Interface) with '6' next to it. To the right of the microprocessor is a box labeled '受信レベル検出器' (Reception Level Detector) with '5' next to it. Below the microprocessor is a box labeled '積分器' (Integrator) with '8' next to it. At the bottom is a circle labeled '角速度計' (Angular Velocity Meter) with '7' next to it. Arrows indicate the flow of data and control signals: from 'AT' to '2'; from '2' to '3'; from '3' to '4'; from '4' to 'TVへ'; from '受信レベル検出器' (5) to '入出力INF' (6); from '入出力INF' (6) to 'マイクロプロセッサ' (1); from 'マイクロプロセッサ' (1) to '入出力INF' (6); from '入出力INF' (6) to 'モータドライバ' (9); from 'モータドライバ' (9) to 'パルスモータ' (10); from 'パルスモータ' (10) to '回転支持' (11); from '回転支持' (11) to 'AT'; from '角速度計' (7) to '積分器' (8); from '積分器' (8) to '入出力INF' (6); and from '入出力INF' (6) to '受信レベル検出器' (5).

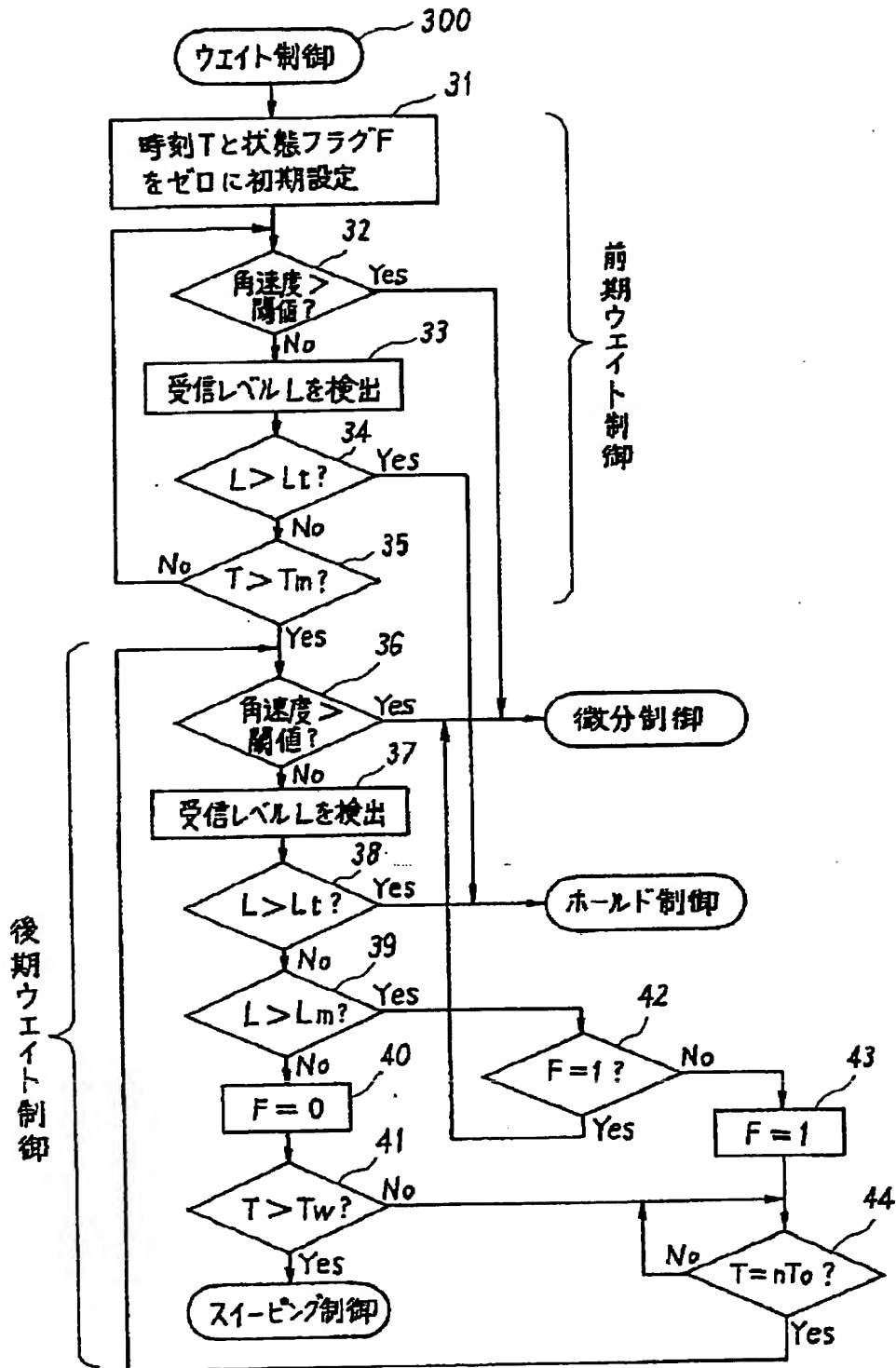
```

graph TD
    200([ホールド制御]) --> 21[直前の受信レベルをピーク値  
Lpとし、Lb, Lt等を算定]
    21 --> 22[受信レベルLを検出]
    22 --> 23{L > Lt?}
    23 -- No --> 25{角速度 > 閾値?}
    23 -- Yes --> 24{L > Lo?}
    24 -- No --> 21
    24 -- Yes --> 21
    25 -- Yes --> 26{積分値 > 閾値?}
    25 -- No --> 26
    26 -- Yes --> 21
    26 -- No --> 27([ウエイト制御])
    21 --> 28([微分制御])
  
```

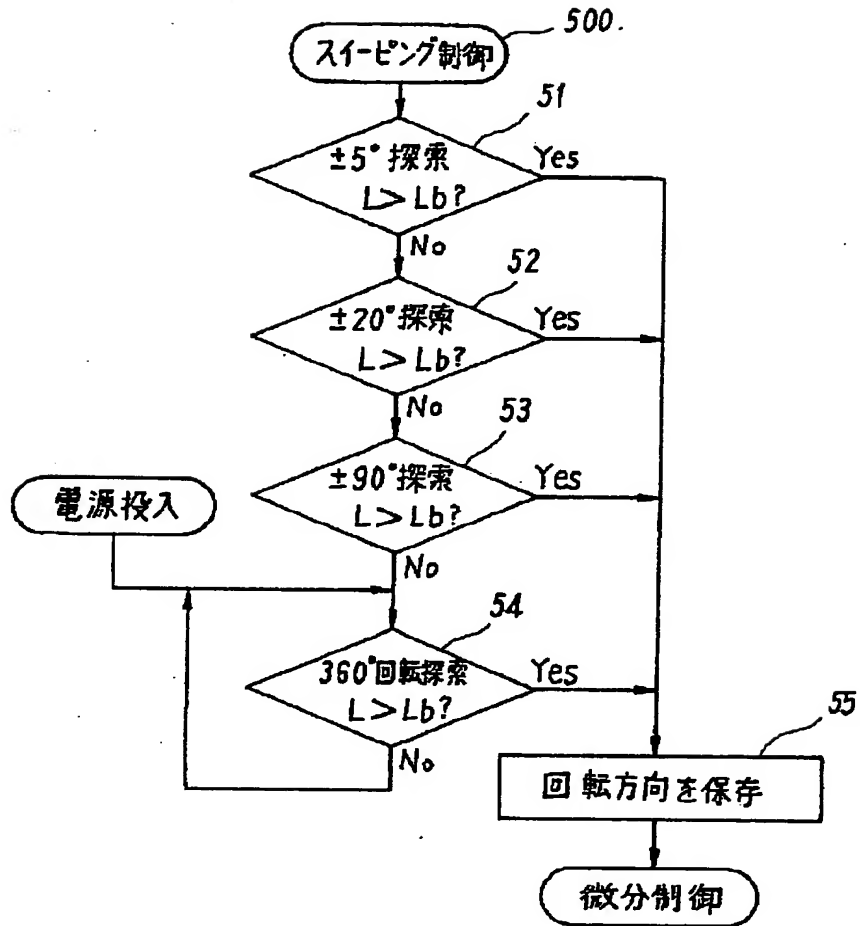
【図 3】



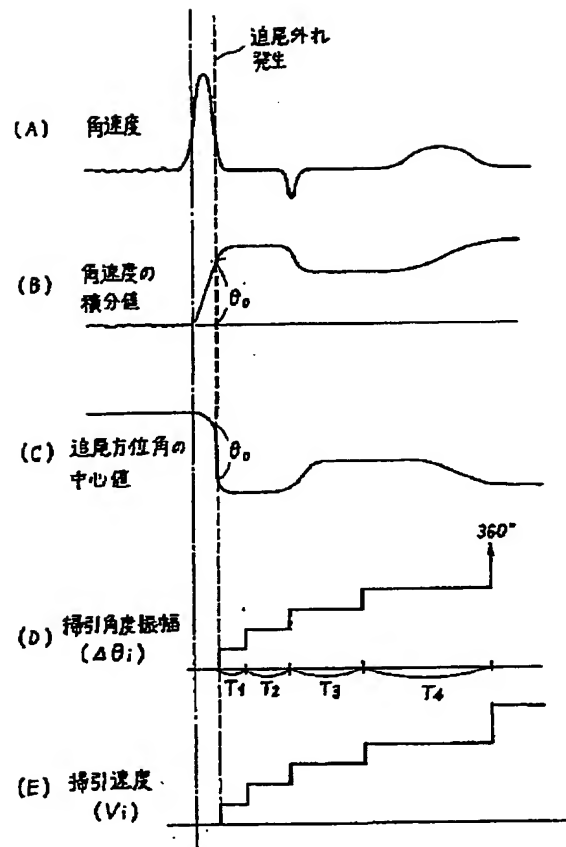
【図5】



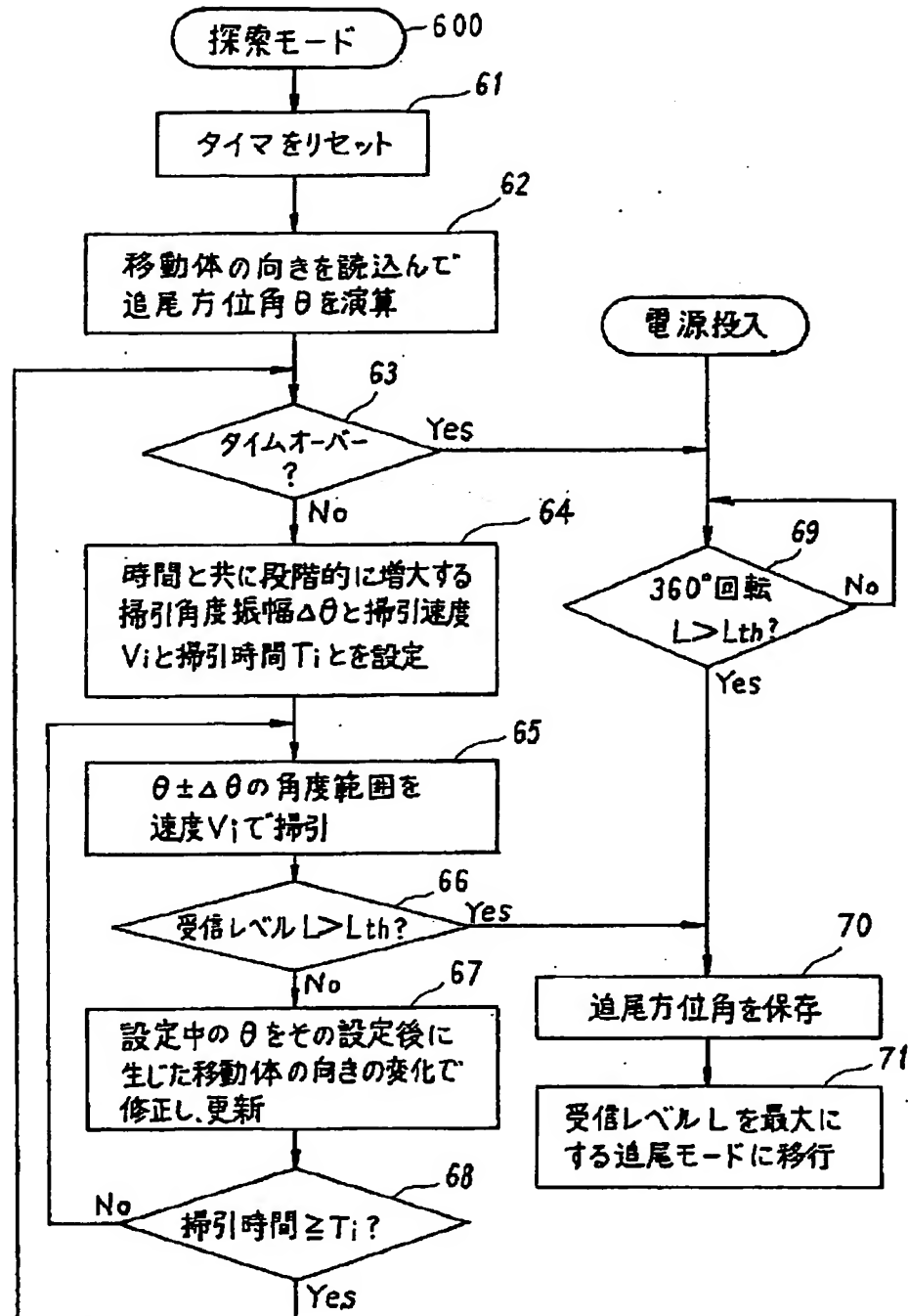
【図 6】



【図 8】



【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 落合 誠
東京都千代田区大手町二丁目6番3号 新
日本製鐵株式会社内

(72)発明者 加藤 和郎
神奈川県横浜市緑区鴨志田町79-2 シス
テム・ユニークス株式会社内

THIS PAGE BLANK (USPTO)

[0009]

[Problems to be Solved by the Invention] One of the reasons that render the tracking control of an in-vehicle antenna difficult is, as explained above, high following capability is required in order to promptly respond to the rapid and drastic change in an azimuth angle, which may reach 90° within a relatively short time period, caused when a vehicle turns right or left.

[0010] Another cause that renders the tracking control of an in-vehicle satellite antenna difficult is the frequent instantaneous interruptions, which occur when an antenna is shielded from the satellite by constructions such as utility poles, buildings and bridges or natural objects such as trees and mountains, during the movement of the vehicle. When such an instantaneous interruption occurs, albeit the short time period, the receiving level rapidly decreases, and the tracking based on the receiving level is no longer conducted. If such a rapid decrease in the receiving level is the actual instantaneous interruption, continuation of the tracking operation would be pointless and the receiving level would immediately recover to the value before the interruption. Therefore, it is reasonable to wait for the recovery of the receiving level without changing the direction of the antenna in the occurrence of the instantaneous interruption.

THIS PAGE BLANK (USPTO)